



Análisis del balance energético de una finca donde se realiza conversión a biogás de un motor a gasolina en la utilización de ensiladora.

Evaluación de la adaptación mecánica

Ing. Franklin Julián Patiño.

Ing. Sergio Andrés Gómez.

Msc. Mabel Juliana Quintero.

PhD. Msc Lylian Victoria Rodríguez.



Objetivos

- Adaptar un motor de combustión interna para trabajar con biogás de manera fácil, sencilla y económica.
- Comparar la productividad del motor de combustión interna modificado, con otros sistemas energéticos en un uso directo como es la operación de una máquina pica ensiladora.
- Evaluar la viabilidad económica y técnica de la implementación del sistema propuesto.



Metodología

1. Revisión del estado del Consumo Energético de la finca Tosoly
2. Selección del motor de combustión.
3. Construcción del adaptador a biogás.
4. Pruebas operacionales del motor con el adaptador.
5. Adaptación mecánica del sistema de transmisión de potencia entre motor y maquina pica-ensiladora.
6. Pruebas comparativas de rendimiento del proceso de picado entre biogás, electricidad y gasolina utilizando como ejemplo Bore (*Xanthosoma sagittifolia*).

Metodología

El estudio fue llevado a cabo en la "Finca Ecológica", TOSOLY, Morario, Guapota, Departamento de Santander, Colombia ($6^{\circ} 18''$ N, $73^{\circ} 32''$ W, 1500 msl) entre Julio y Octubre del 2015.

La temperatura oscila en un rango de 19 y 28°C en el día y puede bajar a 12°C en la noche.

La pluviosidad está entre 2700 and 3000 mm/año.



Proceso Productivo



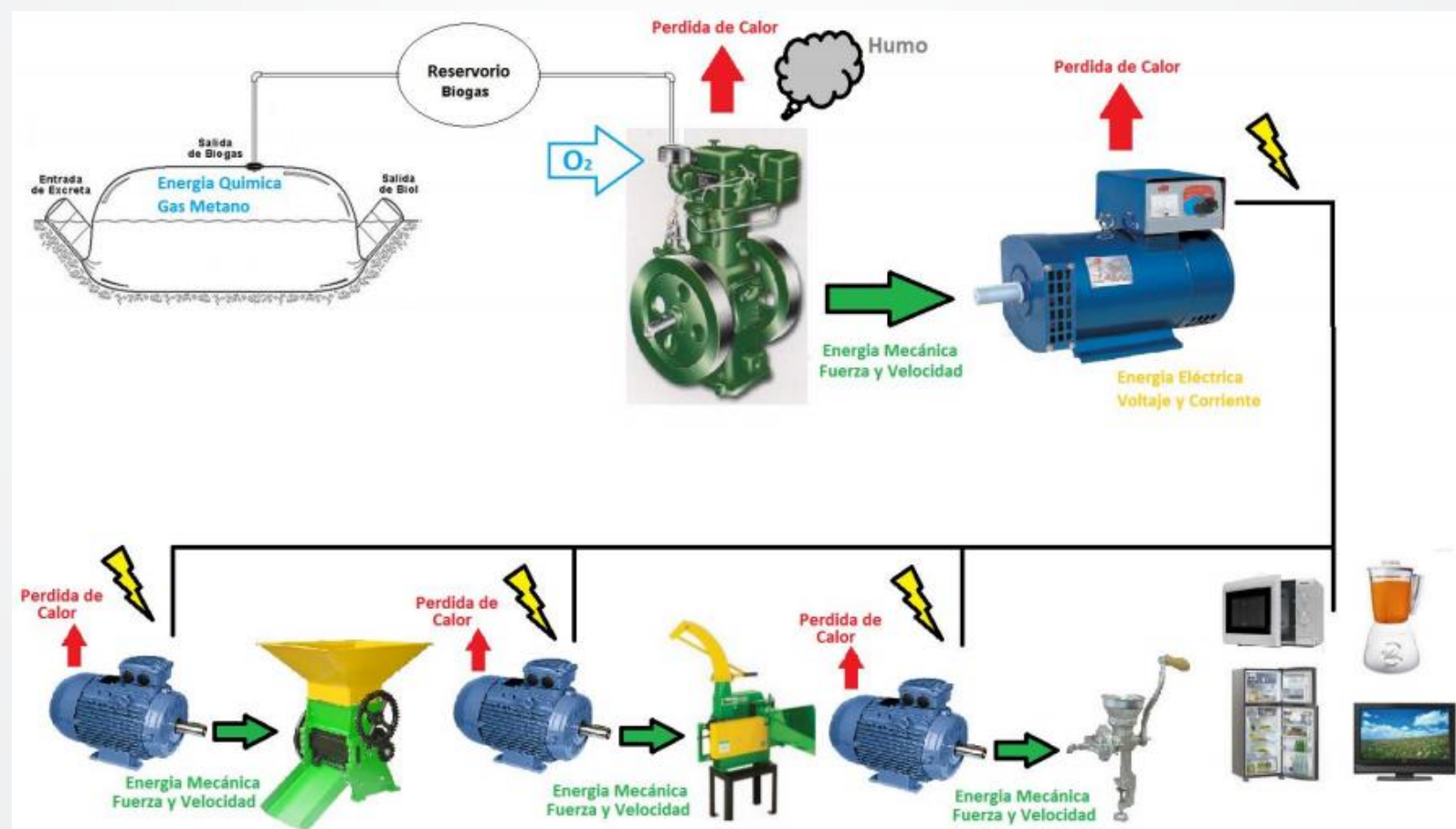
Metodología

1. Revisión



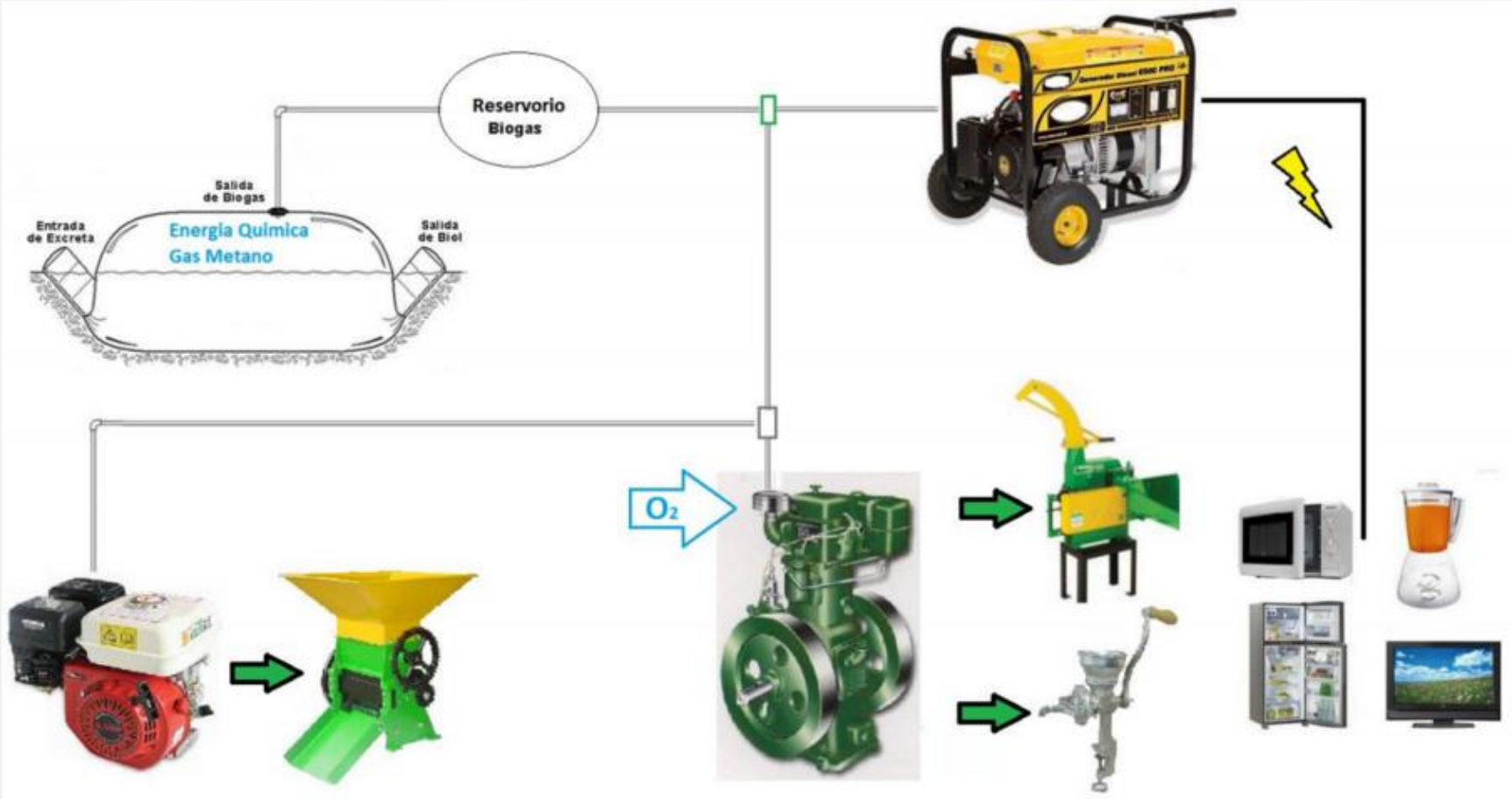
Metodología

1. Revisión



Metodología

1. Revisión



Metodología

2. Selección del motor de combustión interna

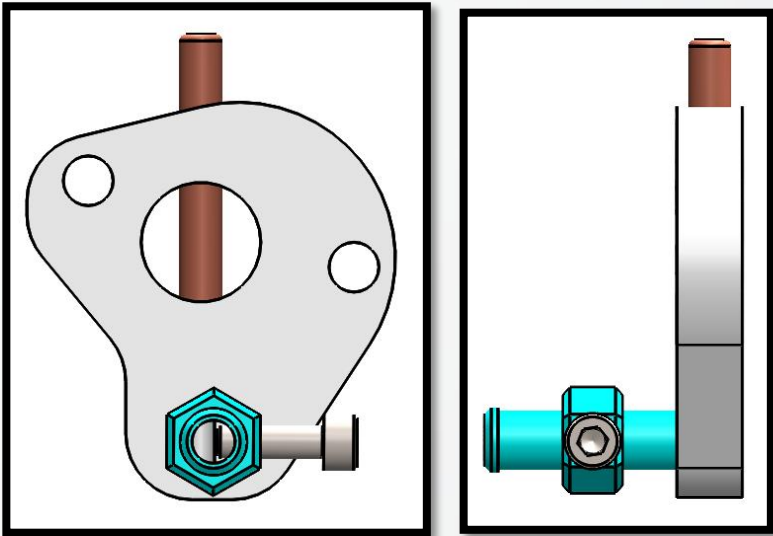
- Pérdida de potencia 30-35% con Gas.
- La adaptación resulta flexible a otras aplicaciones.
- 6.5 hp@3600 rpm. 196 cm³.
- Modelo 463-GE65 KTC GROUP E&P.
- Depósito 3.6 lt. Autonomía* de 2,3 h.



Metodología

3.1 Consideraciones para el diseño del adaptador a biogás.

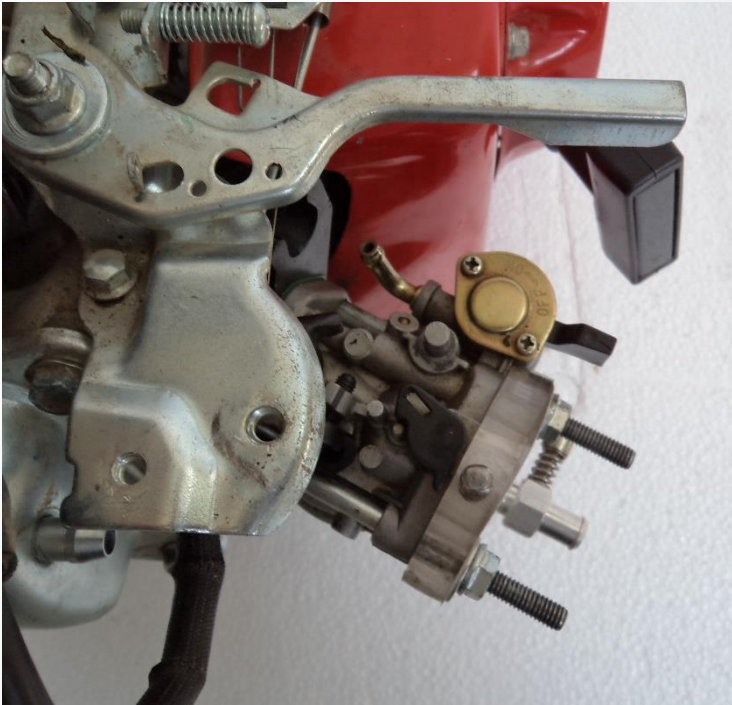
- Basado en el Principio de la Difusión Gaseosa.
- Muy baja complejidad respecto a combustibles líquidos.
- Relación Aire-Combustible en un Rango Estrecho de RPM.
- Instalado antes del carburador, sin realizar ninguna otra modificación.



Metodología

3.2 Consideraciones para la construcción del adaptador a biogás, versión 1.

- Materiales económicos y de fácil adquisición.
- Procesos de fabricación locales y de bajo costo.
- Entrada de aire con geometría fija.
- Entrada de biogás con geometría variable.



Metodología

3.2 Consideraciones para la construcción del adaptador a biogás, versión 2.

- Materiales económicos y de fácil adquisición.
- Procesos de fabricación locales y de bajo costo.
- Entrada de aire con geometría fija.
- Entrada de biogás con geometría variable.



Metodología

4. Pruebas operacionales del motor con el adaptador.

- Prueba de Encendido y ajuste de paso de Biogás.
- Pruebas de consumo de Biogás a Ralentí y Wide Open Throttle.
- Se definió que las pruebas que se realizarían del motor serían para accionar una máquina pica-ensiladora.



Metodología

4.1 Revisión de los parámetros de operación de la máquina pica-ensiladora.

- Rotor provisto de cuchillas y de martillos móviles, ubicados al interior de una carcasa metálica, la cual posee una contra-cuchilla fija.
- Trasmisión de potencia por bandas y poleas en V, a 4hp@3600rpm* Velocidad de operación fija.
- Motores eléctricos* y motores de gasolina o diésel.



Metodología

Bore

(Xanthosoma sagittifolia)

- Taro.
- Cocoyam.
- Mafafa.
- Papa china.
- Oreja de elefante



Metodología

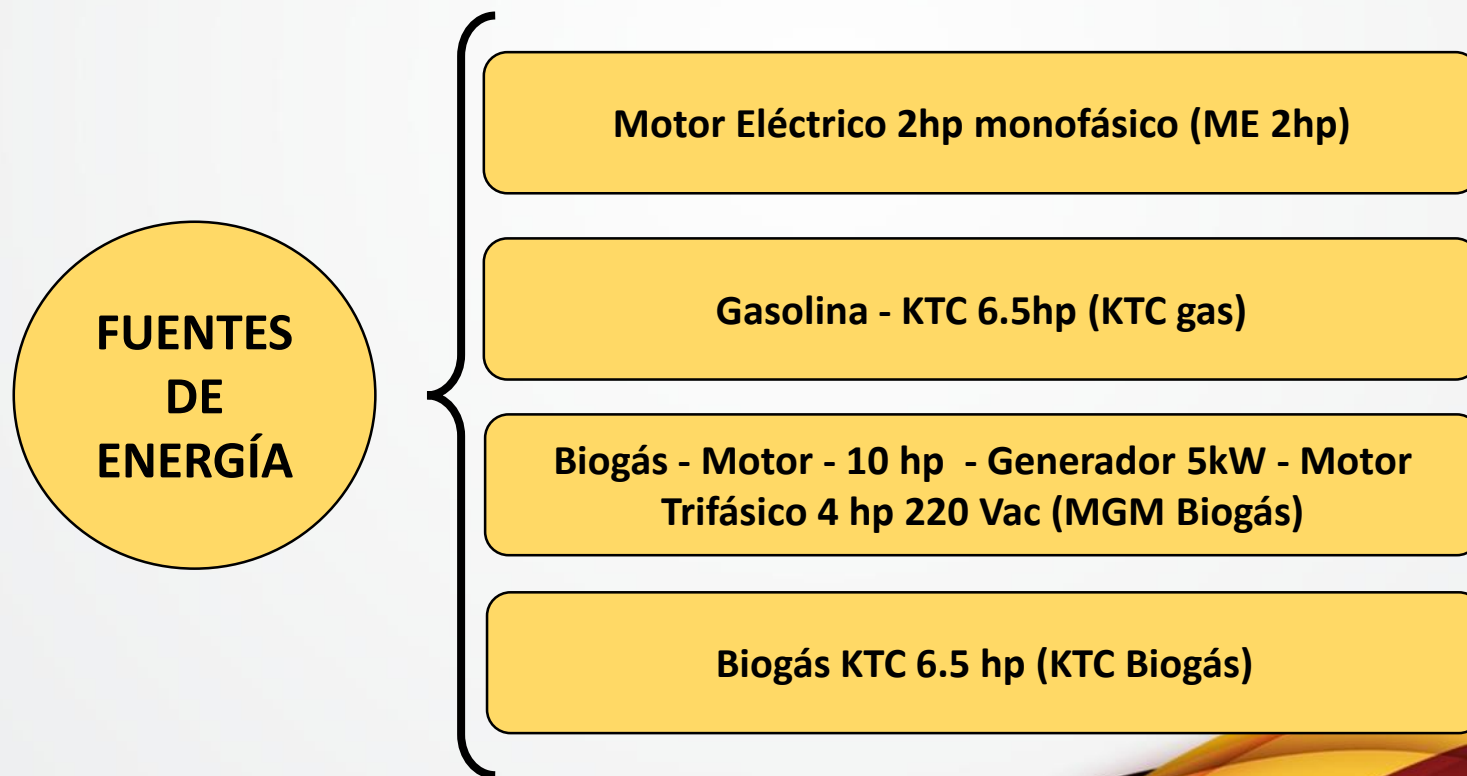
5. Adaptación mecánica del sistema de transmisión de potencia entre motor y maquina pica-ensiladora.

- Selección de Polea para el motor, Potencia – RPM's (2Ax3" Bore 3/4" key 3/16").
- Método de desconexión de la Trasmisión de potencia.
 - Embrague Mecánico.
 - Embrague Centrifugo.
- Diseño de Mecanismo tensor de correas.



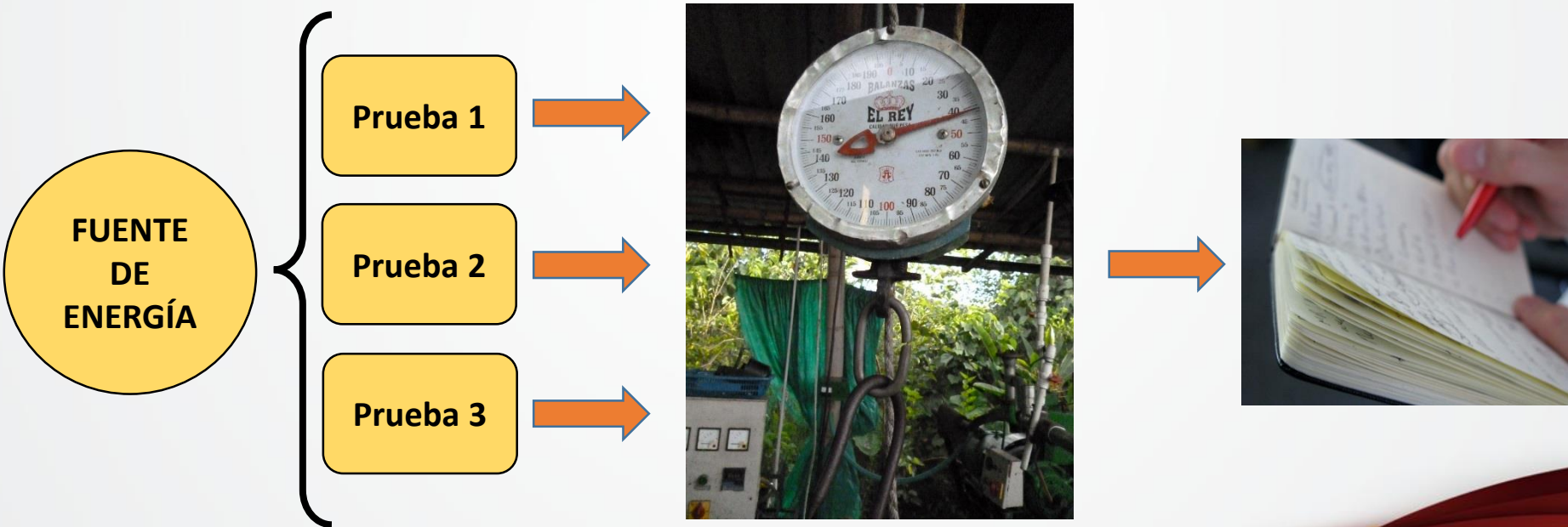
Metodología

6. Pruebas comparativas de rendimiento utilizando como ejemplo Bore (*Xanthosoma sagittifolia*).



Metodología

6. Pruebas comparativas de rendimiento utilizando como ejemplo Bore (*Xanthosoma sagittifolia*).



Metodología

6. Pruebas comparativas de rendimiento utilizando como ejemplo Bore (*Xanthosoma sagittifolia*).



Metodología

6. Pruebas comparativas de rendimiento utilizando como ejemplo Bore (*Xanthosoma sagittifolia*).



Resultados

Pruebas de rendimiento y consumo usando ME 2hp como fuente de energía

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Promedio (X)
RPM	3416	3411	3409	3412
Tiempo (min)	2	2	2	2
Producto (kg)	15	14	16	15
Potencia (kW)	2,87	2,73	2,85	2,82

Productividad = 7,50 kg/min

Resultados

Pruebas de rendimiento y consumo usando un motor KTC funcionando con gasolina como fuente de energía

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Promedio (X)
RPM	3509	3513	3518	3513,3
Tiempo (min)	2	2	2	2
Producto (kg)	13	14	14	13,66
Gasolina (L)	0,036	0,035	0,035	0,035

Productividad = 6,83 kg/min

Consumo = 0,02 L/min

Resultados

Pruebas de rendimiento y consumo usando un sistema motor KTC-Biogás como fuente de energía

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Promedio (X)
RPM	3540	3532	3529	3533,6
Tiempo (min)	4,44	4,47	4,32	4,41
Producto (kg)	32	36	31	33
Biogás (L)	100	100	100	100

Productividad = 7,48 kg/min

Consumo = 22,68 L/min

Resultados

Pruebas de rendimiento y consumo usando un sistema MGM Biogás como fuente de energía

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Promedio (X)
RPM	3518	3485	3468	3490,3
Tiempo (min)	2,22	2,1	2,18	2,16
Producto (kg)	16	18	17	17
Biogás (L)	100	100	100	100

Productividad = 7,86 kg/min

Consumo = 46,18 L/min

Resultados

Proyección de resultados según los requerimientos de Bore procesado mensuales en la finca

Requerimiento de material procesado mensualmente (2000 kg)

Característica	Fuente de energía			
	ME 2hp	KTC gas	MGM Biogás	KTC biogás
Tiempo requerido (horas)	53' 20"	58' 32"	50' 54"	53' 29"
Consumo	150,22 Kw-h	62,84 L	141,02 m ³	72,78 m ³
Costo (USD)	22,53	45,75	0,0*	0,0*

En la finca Tosoly se genera mensualmente 140 m³ /mes de Biogás que aproximadamente son 4.66 m³ /día.

Resultados

Estimación de costos de adquisición de cada uno de los sistemas evaluados.

ME 2hp

Inversión inicial	\$	334,48
Costo de la energía	\$	22,59
Costo total	\$	357,07

KTC gas

Inversión inicial	\$	213,79
Combustible al año ^a	\$	45,81
Costo total	\$	259,60

MGM Biogás

Inversión inicial ^b	\$	1.779,31
Combustible al año **		0*
Costo total		0*

KTC Biogás

Inversión inicial	\$	244,83
Combustible al año **		
Costo total		0

(a) El costo de la gasolina no considera los gastos asociados al transporte de la misma hasta la finca

(b) El costo del sistema MGM, valor comercial de un sistema equivalente en potencia al instalado en la finca Tosoly



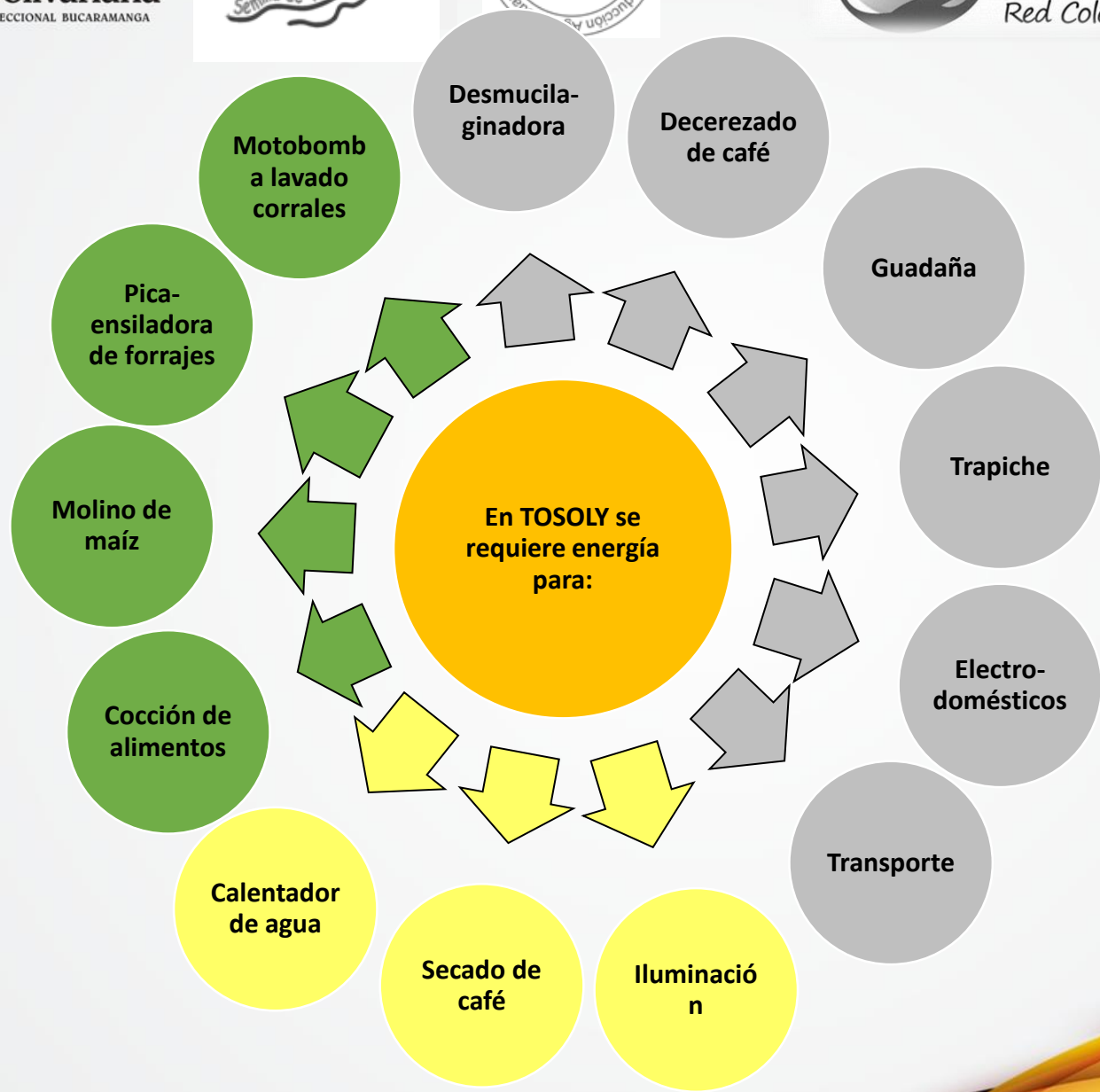
Conclusiones

- Se comprobó que realizar la modificación de un motor de combustión interna para trabajar con biogás es posible y adicionalmente que esta se puede realizar de una manera económica y que no requiere modificaciones importantes en el motor.
- En cuanto a la productividad, esta no presenta variaciones significativas en todos los sistemas evaluados, demostrando que el uso del biogás no altera la operación de la máquina pica-ensiladora.
- La conversión a biogás del motor evaluado resulta ser de bajo costo y fácil implementación, ya que utiliza un subproducto del tratamiento anaerobio de residuos. Adicionalmente, al tener un consumo menor comparado con el sistema MGM Biogás, no representa una competencia directa con el uso primario del mismo como es la cocción de alimentos.



Conclusiones

- Adoptar esta nueva alternativa de uso del biogás no acarrea que el futuro usuario requiera de hacer una inversión inicial mayor a la que debería hacer para adquirir cualquiera de las otras fuentes de energía evaluadas, a excepción del sistema MGM Biogás, lo que lo hace de fácil adquisición.
- La Preexistencia del biogás beneficia la conversión del motor ya que disminuye el costo de transporte comparado con la gasolina y permite asegurar su disponibilidad para el proceso.
- Con los resultados de este trabajo se abre la posibilidad a otras aplicaciones que sean mas demandantes energéticamente como el bombeo de agua y efluente, el lavado de las cocheras usando hidrolavadoras y la generación eléctrica de pequeña escala, ya que el motor usado en este ensayo es muy versátil y está incorporado en muchas de las maquinas usadas en el sector agropecuario.



GRACIAS



Besos !



Bibliografía

- [1] Willard W. Pulkcrabek. Engineering fundamentals of the internal combustion engine. Person Prentice- Hall. Second edition.2004. ISBN 0-13-140570-5.
- [2] Marti Herrero, Jaime. 2008. Guia de Diseño y Manual de instalación de biodigestores familiares (GIZ) (Castellano). [http://www. endev-bolivia.org/images/stories/proyecto_endev/biogestores/Descargas/Difusion/Manual-construccion-BDG.pdf](http://www.endev-bolivia.org/images/stories/proyecto_endev/biogestores/Descargas/Difusion/Manual-construccion-BDG.pdf)
- [3] Lylían Rodríguez and T R Preston, "Biodigester installation manual". University of Tropical Agriculture Foundation, Vietnam. (Inglés). <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/Recycle/biodig/manual.htm>
- [4] Biogasmax. Biogas composition and engine performance, including database and biogas property model. s.l.: European Commission; 2008. p. 25.
- [5] EPA. Methane [Online]. U.S. Environmental Protection Agency [Cited: 01.10.2011.] <http://www.epa.gov/methane/scientific.html>; 22 June 2010.
- [6] Rodriguez L 2015, Soberanía alimentaria y energética en la Finca TOSOLY," informe interno de actividades y articulo en preparación.
- [7] Rodríguez Lylian, Peniche Irina, Preston T R and Peters K 2009. Nutritive value for pigs of New Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*); digestibility and nitrogen balance with different proportions of fresh leaves and soybean meal in a basal diet of sugar cane juice. Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #16. <http://www.lrrd.org/lrrd21/1/rodr21016.htm>.
- [8] Rodríguez Lylian, Preston T R and Peters K 2009b Studies on the nutritive value for pigs of New Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*); digestibility and nitrogen balance with different levels of ensiled leaves in a basal diet of sugar cane juice. Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #27. <http://www.lrrd.org/lrrd21/2/rodr21027.htm>
- [9] Preston T R and Rodríguez L 2009. Energy returned on energy invested (EROEI); the case for gasification as a component of an integrated live stock based farming system. Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #195. <http://www.lrrd.org/lrrd21/11/pres21195.htm>
- [10] Botero R, Preston T, 1987. Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas "manual para su instalación, operación y utilización" disponible en <http://www.utafoundation.org/publications/botero&preston.pdf>.
- [11] Maizonnas M, Plante J, Oh D, Laflamme C. Investigation of the degradation of a low-cost untreated biogas engine using preheated biogas with phase separation 501-513.